

# Die Torsionsbewegung des Fußes beim Vorfuß- und Rückfußlaufen



Sebastian Campe<sup>1</sup>, Frank I. Michel<sup>2</sup>, Kerstin Witte<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Sportwissenschaft  
<sup>2</sup> bfu – Schweizer Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern



## Einleitung

Die Torsion beschreibt die entkoppelte Bewegung zwischen Rück- und Vorfuß um die Fußlängsachse (vgl. Abb.1). Die Bewegung/Bewegungskopplung ist durch die Chopart'sche und Lisfranc'sche Gelenklinie determiniert (vgl. Debrunner & Jacob, 1998, S. 124-128; Stacoff et al., 1989, S. 376-377). Die Torsionsfähigkeit des Fußes und die Torsionseigenschaften eines Sportschuhs waren schon Ende der 80er Jahre Gegenstand wissenschaftlicher Arbeiten. Es konnte schon damals mittels 2D - Videoanalysen festgestellt werden, dass die Torsionsfähigkeit des Sportschuhs einen Einfluss auf die Kinematik (Frontalebene) vom Sprunggelenk ausübt (vgl. Stacoff et al., 1989).

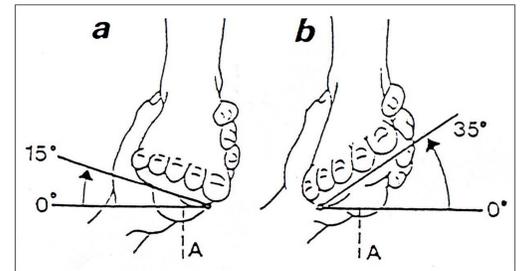


Abb.1 Verdrehung (Torsion) des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß: (a) Vorfuß-Eversion und (b) Vorfuß-Inversion (Segesser et al., 1989, S.172)

Die vorliegende Arbeit soll zum einen Unterschiede in der Torsionsbewegung der Einheit Fuß/Schuh zwischen dem Vorfuß- und Rückfußlaufen aufzeigen und zum anderen den Einfluss der Torsion auf die 3D - Kinematik vom Sprunggelenk. Weiterhin ist der Einfluss des Laufschuhs auf die Torsionsmöglichkeiten des Fußes Gegenstand der Untersuchungen.

## Methodik

An der Laborstudie nahmen 19 männliche Probanden (Ø33 Jahre, Ø177cm, Ø72kg, Ø55km/Woche) teil. Alle Probanden waren zum Zeitpunkt der Datenaufnahme verletzungsfrei. Jeder Proband absolvierte 5 valide Läufe pro Fußaufsatz-Index (Vorfuß und Rückfuß) mit dem gleichen Laufschuhmodell in einer kontrollierten Geschwindigkeit ( $4 \pm 0.2 \text{ ms}^{-1}$ ). Die kinematischen Daten wurden mit einem 6-Kamera-VICON-System (200Hz) aufgenommen (retroreflektierende Marker an Hüfte, Knie, Ober-, Unterschenkel, Rück- und Vorfuß). Synchron dazu erfolgte die Erfassung der Bodenreaktionskräfte (1000Hz) mit einer Kraftmessplatte (KISTLER), die ebenerdig in der Mitte der 25 Meter langen Laufbahn eingelassen ist.

## Ergebnisse

Erste Unterschiede in der Torsionsbewegung des Fußes sind beim Fußaufsatz und in der Landephase zu beobachten. Bedingt durch den unterschiedlichen Fußaufsatz ist hier beim Vorfußlaufen im Vergleich zum Rückfußlaufen bereits eine Torsion (Verdrehung) zwischen Vor- und Rückfuß vorhanden (vgl. Abb.2). Beide Fußaufsatz-Indizes unterscheiden sich ebenso im zeitlichen Verlauf der Torsionsbewegung. Es können interindividuelle Unterschiede im zeitlichen Verlauf der Torsionsbewegung beobachtet werden. Die maximale Torsion tritt jeweils in der Abstoßphase auf und ist beim Vorfußlaufen im Vergleich zum Rückfußlaufen um  $2,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ) größer. Im Vergleich zum Barfußlaufen (zwei Probanden) konnte im zeitlichen Verlauf und der maximalen Ausprägung der Torsionsbewegung ebenso ein Unterschied festgestellt werden (vgl. Abb.3 & Abb.4).

Im Sprunggelenk sind Unterschiede zum Zeitpunkt des Fußaufsatzes und bei der maximalen Rückfuß - Eversion (Frontalebene, Achillessehnenwinkel –  $\beta$ ) zu beobachten. Die Rückfuß - Inversion zum Zeitpunkt des Fußaufsatzes ist beim Vorfußlaufen im Vergleich zum Rückfußlaufen doppelt so groß ( $p < 0,001$ ). Die maximale Rückfuß - Eversion dagegen ist beim Rückfußlaufen stärker ( $p < 0,001$ ) ausgeprägt (vgl. Abb.5). Gleiches kann auch für den Fersenwinkel –  $\gamma$  beobachtet werden (Rückfuß in Bezug zum Globalen Koordinatensystem).

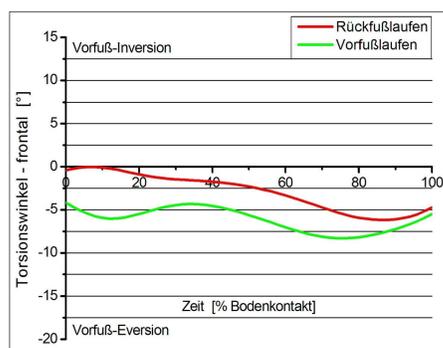


Abb.2 Torsionswinkelverlauf (n=19) während der Bodenkontaktphase

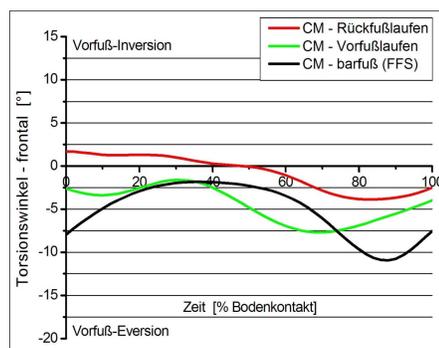


Abb.3 Torsionswinkelverlauf Proband CM (barfuß = Vorfuß) während der Bodenkontaktphase

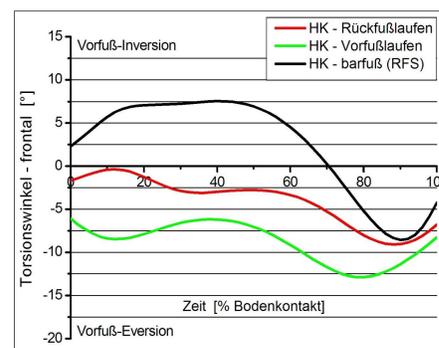


Abb.4 Torsionswinkelverlauf Proband HK (barfuß = Rückfuß) während der Bodenkontaktphase

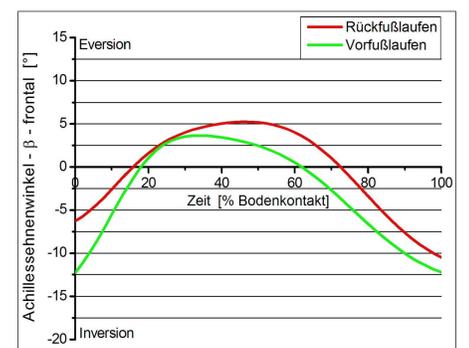


Abb.5 Achillessehnenwinkelverlauf (n=19) während der Bodenkontaktphase

## Diskussion

Es konnte festgestellt werden, dass ein Einfluss des Fußaufsatz-Index auf die Vorfuß - Eversion (Torsionswinkel) und auf die maximale Rückfuß - Eversion sowie die Inversion beim Fußaufsatz (Achillessehnenwinkel –  $\beta$ ) besteht. Stacoff et al. (1989) und Kälin et al. (1989) beobachteten, dass sich bei einer reduzierten Torsionsmöglichkeit des Fußes die Eversion des Vorfußes, die während des Abrollvorganges auftritt, auf die Ferse überträgt und so zu einer vermehrten Rückfuß - Eversion führt (Vorfuß- und Rückfußlaufen). Die maximale Eversion ( $\beta$  und  $\gamma$  - Winkel) kann also durch eine vermehrte Torsionsmöglichkeit des Laufschuhs reduziert werden. Das ist im Hinblick auf laufassoziierte Verletzungen und Überlastungsschäden von Bedeutung. Es ist jedoch zu hinterfragen ob die geringere maximale Rückfuß - Eversion beim Vorfußlaufen auf die größere Vorfuß - Eversion zurückzuführen ist, da in der vorliegenden Studie für beide Fußaufsatz-Indizes der gleiche Laufschuh verwendet wurde. Der Vergleich zweier Probanden mit dem Barfußlaufen zeigte eine größere Bewegungsspannweite der Torsion gegenüber dem Laufschuh. Für zukünftige Untersuchungen erscheint auch die Einbeziehung der Kinematik und Kinetik des Kniegelenks als sinnvoll, da auf Grund der Bewegungskopplung zwischen Knie- und Sprunggelenk (vgl. Nigg, 1986, S. 41-42) eine Auswirkung erwartet werden kann die möglicherweise verletzungsrelevant ist.

Die Studie wurde finanziert durch die adidas AG

### Literatur

Debrunner, H.U. & Jacob, H.A.C. (1998). *Biomechanik des Fußes (2. Auflage)*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag

Stacoff, A., Kaelin, X., Stüssi, E. & Segesser, B. (1989). The Torsion of the Foot in Running. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 375-389

Kälin, X., Stacoff, A., Stüssi, E. & Segesser, B. (1989). Die Torsionsfähigkeit eines Laufschuhs als entscheidender Faktor zur Reduktion der Beschwerden- und Verletzungsrisiken. *Orthopädische Praxis*, 25 (7), 469-473

Nigg, B.M. (1986). (Ed.). *Biomechanics of running shoes*. Champaign/Illinois: Human Kinetics Books.

Segesser, B., Stüssi, E., Stacoff, A., Kälin, X. & Ackermann, R. (1989). Torsion - ein neues Konzept im Sportschuhbau: Die Bewegungsexkursion des Fußes bei sportlichen Belastungen - Anatomische und biomechanische Betrachtungen und ihre Auswirkungen auf den Sportschuhbau. *Sportverletzung Sportschaden*, 3(4), 167-182